



Araştırma Makalesi / Research Article

**AN INVESTIGATION ON THE COPMARISON OF THE COMPRESSIVE
SRENGTH OF CORNER JOINTS OF WINDOW WHICH WERE PREPARED
USING FIRST CLASS YELLOW PINE WOOD GREW AT THE CENTRAL
ANATOLIA**

Ömer CAN¹, M. Mustafa ÖNAL^{*2}

¹Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Maltepe-ANKARA

²Gazi Üniversitesi, Kırşehir Meslek Yüksek Okulu, KIRŞEHİR

Geliş/Received: 29.12.2005 Kabul/Accepted: 02.10.2007

ABSTRACT

In this study 10 number of tree different, type of corner joints were prepared by first class yellow fir wood. First type of corner joint is grooved, the other type is 3 toothed, and the last type is 4 toothed. For gluing of samples Polivinilasetat glue was used. Compressive strength tests were performed on these samples.

As a result, samples having the highest compressive strength are groove type joint, then 3 toothed joint finally 3 toothed joint. Compressive strength's values for grooved, 3 toothed and 4 toothed joints are measured as 1,74 kg/cm², 0,89 kg/cm², and 0,80 kg/cm², respectively

Keywords: End joining, timber used in construction, yellow pine, wood.

**İÇ ANADOLU BÖLGESİNDE YETİŞMİŞ BİRİNCİ SINIF SARI ÇAM KERESTESİ İLE YAPILAN
PENCERE KÖŞE BİRLEŞİMİNE AİT BASINÇ DAYANIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI
ÜZERİNE ARAŞTIRMA**

ÖZET

Bu çalışmada ;1. Sınıf sarıçam kerestesinden kertme tipi köşe birleştirme, üç dişli ve dört dişli geçme tipi köşe birleştirme şekillerinden her birinden 10'ar adet hazırlanmıştır. Numunelerin yapıştırılmasında polivinilasetat (PVA) yapıştırıcısı kullanılmıştır. Numuneler üzerinde basınç mukavemeti deneyi yapılmıştır. Yapılan deney sonucunda aşağıdaki sonuç bulunmuştur.

Birleşim yönünden en iyi basınç mukavemeti sırası ile kertme geçme tipi köşe birleştirme, üç dişli geçme tipi köşe birleştirme ve dört dişli geçme tipi köşe birleştirme olarak belirlenmiştir. Birleştirme şekillerinde basınç mukavemeti ortalama değerleri içerisinde en iyi değeri kertme geçme birleşimi 1,74 kg/cm², üç dişli geçme birleşimi 0,89 kg/cm² ve dört dişli gema birleşimi 0,80 kg/cm² vermiştir.

Anahtar Sözcükler: Köşe birleştirmeler, yapı kerestesi, sarıçam, ahşap.

1. GİRİŞ

Ülkemizde ahşap imalatta henüz açıklığa kavuşturulamayan konstrüksüyon hesaplamaları sebebiyle üretimde mukavemet yönünden sorunlara neden olmaktadır. Hangi birleştirme

* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-mail/e-ileti: mmonal@gazi.edu.tr, tel: (542) 561 58 14

konstrüksiyonu'nun hangi köşe birleştirmesinde uygulanacağı mukavemet sonuçlarının bilinmemesinden dolayı kesinlik kazanamamıştır. Oysa yapıştırma kuralları ve yapım şekilleri standartlara uygun olarak yapılırsa hiçbir sorun yaşanmayacaktır.

Doğrama sanayinde özellikle kapı ve pencere üretiminde farklı köşe birleştirmeler kullanılmaktadır.

Bunlardan; Kertme tipi geçme, üç dişli geçme, dört dişli geçme birleşimi deneyde kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı kapı, pencere doğramalarında köşe birleştirme şekilleri olarak kullanılan kertme, üç dişli, dört dişli geçme birleştirmelerinin arasından mukavemet açısından en uygun olanını belirlemektir.

Sarıçam, Kayın ve Meşeden hazırlanan basit dişli geçmeli, 5 dişli geçmeli, ve kama dişli geçmeli ahşap çerçeve köşe birleşim örnekleri Polioktanvinil tutkalı, Ürefoalaldehit tutkalı ve Fenolformaldehit tutkalı ile yapıştırılmış, tutkal ve ahşap türlerini göz önünde bulundurularak birleşim konstrüksiyonlarının eğilme mukavemetlerini araştırılmıştır. Birleşim örneklerinin boylarını 25cm, enlerini 4,2cm ve kalınlıklarını 3,3cm olarak alınmış ve örneklerin her iki elemanına birbirinden ters yönde kuvvet uygulayarak birleşimlerin rijitliklerini ölçülmüştür. Deneylelerden çıkan sonuçlarda 5 dişli geçme birleşimi en yüksek dirençli birleşim olarak saptanırken basit geçmeli birleşim tipinin en az dirence sahip birleşim olduğu belirlenmiştir. [1]

Ahşap pencere ve mobilyada kullanılan enine, boyuna ve köşe birleşimlerinin türleri araştırılmış ve bu birleşimlerin iş sarfiyatı, malzeme tüketimi, dönme ve çekme mukavemetleri kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Yapılan çalışmada birleşim tiplerinin kullanım yerleri ve üretim şekilleri belirtilmiş ve ayrıca rijit birleşimlere değinilmiştir. Konuyla ilgili deneysel değerlere rastlanmayıp sadece iş sarfiyatı ve malzeme tüketimi üzerine istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. [2]

Uzer yaptığı çalışmasında; Hampaylı köşe birleştirme şekillerinden düz hampaylı, gizli hampaylı ve pahlı hampaylı zıvana, üç aklı ahşap kereste (sarıçam, kestane, köknar), ile belirli nem düzeyinde ($u=12\%$) birleştirerek basma ve çekme mukavemetlerini incelemiş ve bunun üzerine deneysel bir gurup araştırma yapmıştır. Yapılan diğer deneylerin sonucunda birleşim yönünden en iyi ortalama çekme mukavemeti, gizli hampaylı zıvana ile elde edilebileceği (sarıçam:73,5kg, kestane:64kg, köknar:42,5kg), pahlı hampaylı birleşim ikincisi (sarıçam:64,5kg, kestane:57,5kg, köknar:38kg) ve son olarak da düz hampaylı birleşim (sarıçam:59kg, kestane:52,5kg, köknar:35,5kg), ortalama basınç mukavemetleri yönünden ise birleşim şekilleri arasında fazla bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Pahlı hampaylı birleşim (sarıçam:27,5kg, kestane:24kg, köknar:17,5kg), düz hampaylı birleşim (sarıçam:27,1kg, kestane:22,5kg, köknar:20,5kg), gizli hampaylı birleşim (sarıçam:26kg, kestane:25kg, köknar:17kg) olarak belirlenmiştir. [3]

2. AHŞAP MALZEME TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Mobilya üretiminde çok kullanılan ve tercih edilen malzeme olan ahşap, organik, anisotrop ve heterojen bir yapıya sahiptir. Hücrelerden meydana gelen ve lifli bir yapıya sahip olan ahşabın özelliği, ağaçtan ağaca değıştiği gibi bir ağacın çeşitli kısımlarında da değışik olabilir. Bu bakımdan ağaç türüne, yetişme muhitine, mekanik ve diğer özellikleri geniş sınırlar içerisinde değışir.

2.1. Ahşabın Özellikleri

2.1.1. Fiziksel Özellikleri

Sarıçamın işlenmesi kolay olup, ahşabı, düzgün ve parlak bir yüzey vermektedir. Sarıçamın doğramada kullanımının tercih edilmesinin başlıca nedenleri; reçineli olması dolayısıyla dış hava şartlarına dayanıklılığı, öz odunu oranının fazlalığı, kolay işlenebilirlik özelliği, hafifliğine

An Investigation on the Comparison of the ...

rağmen mukavemetinin yüksek olmasıdır. Kesici aletlerle kolay işlenebilir olması ahşabı düzgün ve parlak bir yüzey vermektedir. Boya ve tutkalı kendi bünyesinde kolay absorbe etmesi [4].

Diğer çam türlerine göre oldukça az çalışın bir ağaçtır. Kolay kurutulur. Çatlamaya ve dönmeye eğilimi azdır. [5]

2.1.2. Özgül Ağırlık

Bilindiği gibi, Özgül ağırlığı ahşabın mekanik ve teknolojik özelliklerini, bünyesine nem alıp vermesini, çalışma oranını, sertliğini, aşınmadan etkilenmesini, işleme kabiliyetini, ses, ısı ve elektrik iletkenliğini doğrudan etkileyen çok önemli bir faktördür. Ahşaptan malzeme olarak faydalanılan alanlarda, özgül ağırlığı, ahşabın özellikleri hakkında genel bir fikir vermektedir çünkü özgül ağırlığı fazla olan herhangi bir cins ahşap malzemenin mekanik mukavemeti, esnekliği, sertliği ve aşınmaya karşı direnci, özgül ağırlığı az olan bir malzemeye nazaran daha fazladır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Sarıçam: kapalı tohumlular sınıfının kozalaklı çamgiller familyasına mensup iğne yapraklı ve reçineli orman ağacıdır. Kuzey yarım kürenin soğuk ve ılıman bölgelerinde yetişmektedir. [6]

Bu çalışmanın kapsamındaki ahşap doğrama köşe birleşimlerinin hazırlanmasında, memleketimizde inşaat sektöründe ve özellikle doğramalarda çok yaygın olarak kullanılan sarıçam ahşap deney malzemesi olarak seçilmiştir.

Polivinilasetat (P.V.A): Plastik tutkal, beyaz tutkal, disparsiyon tutkal, formika tutkalı gibi değişik isimlerle tanınır. Bilimsel adı polivinilasetat tutkaldır. Fiziksel olaylar sonunda kurur. Tutkal kururken kimyasal değişime uğramaz. Tutkalın sertleşmesi; içindeki eritici sıvıların buharlaşmasına bağlıdır. Bu yüzden nemli ortamlarda bünyesine nem çeker. Aldığı su ile yumuşar bağlayıcı gücü zayıftır. Ahşap geçmelerde yapışma bölgesi kapalı olduğu için rahatlıkla kullanılabilir. [7]

Aşağıdaki Çizelge 1. 'de yüzeye sürülen tutkalın sıcaklık ortamına göre değişen sertleşme süreleri verilmiştir.

Çizelge 1. Yüzeye sürülen tutkal ve sıcaklık ortamına göre değişen sertleşme süresi (Anonim,1980)

Tutkal Miktarı (gr/m ²)	SICAKLIK			
	20 C°	40 C°	60 C°	70 C°
200	60	20	6	2
150	40	5	2	1,5
100	20	2	1	30

Birleştirilecek yüzeylerden yalnız birine yapıştırıcı sürülmesi yeterli olmaktadır. (Her birleşim için 150 – 200 gr/m²)

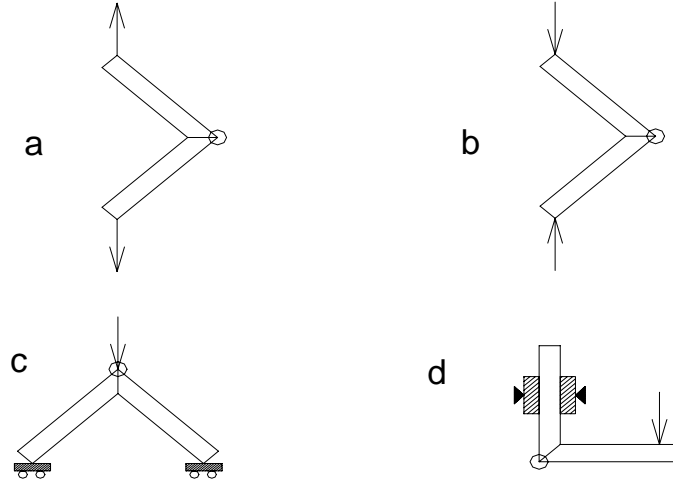
3.2. Metot

Pencerelerin mukavemetlerini tayin etmek için TS 7251, DIN-EN 107 ve DIN 18055 deney metodu olarak pencereler ya da çerçeveler imal edilmesini öngörmektedir. [8][9][10]

Bu normlarda pencerelerin sadece maksimum kuvvete mukavemet göstermesi değil, aynı zamanda pencerelerin belirli yüklere uygun olup olmadığı araştırılmaktadır. (Örneğin rüzgar yükü gibi)Çalışmada bu normlarda pencere kullanılmasının sebebi; bu sistemin bütün bir pencereye uygulanıp kırıldığında, her bir köşenin kırılma değerlerini verememesidir. Nitekim, pratikte de ahşap doğramalar üzerine araştırma yapan firmalar ve uluslararası araştırma enstitüleri çoğunlukla tek bir köşeyi deneye tabi tutmaktadırlar.

Pencerelerin köşe birleşimlerinin mekanik mukavemetlerini ölçmek için en çok aşağıdaki dört metot kullanılmaktadır. Bu metotlar aşağıdaki Şekil 1 'de gösterilmiştir.

- Çekme kuvveti uygulanması
- Basınç kuvveti uygulanması
- Basınç kuvveti ile ayırma uygulaması
- Basınç kuvvetinin bir elemana verilmesi



Şekil 1. Ahşap Köşe Birleşimlerinin Mukavemet Deneysel Metotları

Bu sistemlerden Şekil 1.a ve c birbirlerine yaklaşık değerler vermekte iken 1968 yılında bu deneyleri ilk olarak araştıran Kütschukov'a göre Şekil 1.b 'deki metot ile diğer metotlardan oldukça yüksek mukavemet değerleri elde edilmektedir.[11]

Bu çalışmada şekil 1.c 'nin seçilmesinin en önemli sebebi Yapı Malzemesi Laboratuvarındaki basınç ile ölçme aletinin (Hidrolik presin) bu deney tipine uygun olması ve metoda etki eden kuvvetlerin matematiksel hesabının uygun oluşudur.

Numunelere uygulanan yük (P) sonucu basınç dayanım değeri (σ) (kg/cm²) olarak aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad A=a*b \quad (1)$$

Bu formülde;

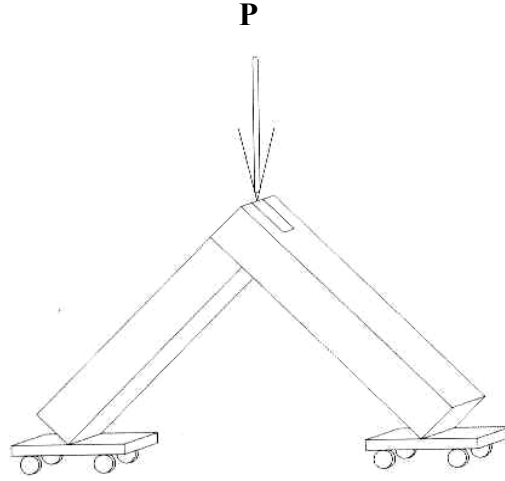
P:Deney numunelerine dik doğrultuda uygulanan yük (kg),

a: Deney numunesinin tutkallanan yüzeyinin kısa kenarı,(cm)

b: Deney numunesinin tutkallanan yüzeyinin uzun kenarı,(cm)

A: Bir numunenin tutkallanan en kesit alanı (cm²),

σ : Elde edilen basınç dayanım değeri (kg/cm²)



Şekil 2. Seçilen Deneş Düzeneği

Kayar mesnet vazifesi gören arabaların yapılmasında Şekil 2’de görüldüğü gibi yuvarlak demir çubuk, kalınlığı 5mm sac levhaya teğet gelecek şekilde kaynaklanmıştır. Aks vazifesi gören demirin her iki ucuna rulman geçirilmiş ve rulmanların pres’ den dışarı kaymaması için her iki ucuna kelepçeler takılmıştır. Bu arabadan iki tane üretilerek köşe birleşimin her iki elemanına yerleştirilmiş ve birleşimin böylece dengede kalması temin edilmiştir.

Deneşin yapılmasında 3 tonluk Seidner test cihazı kullanılmıştır. Prese arabalar ile yerleştirilen numunelerin ezilmesini minimuma indirmek için üst bölmesine ahşap malzemeden ilave aparat hazırlanmıştır. Bu aparat deneş numunelerini her yönden sabit tutacak şekilde ayarlanmıştır. Pencerelerin mukavemetlerini tayin etmek için TS 7251 kullanılmıştır.[8]

3.2.1. Deneş Numunelerinin Hazırlanması

Ahşap doğrama köşe birleşim örneklere, sarıçam kerestesinden biçilerek alınan parçalar başlangıçtaki rutubet farklılıklarının giderilmesi için parçalar arasına dikine çıtalar konularak istiflenmiş, 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 43 \pm 5$ nisbi nemli bir ortamda 15 gün boyunca Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Bölümü Ahşap Atölyesinde bekletilerek parçalar arasındaki rutubet farkı hepsinde eşit hale getirilmiştir.

Kesilen ahşap parçalar, G.Ü.T.E.F. Yapı Bölümü Ahşap Atölyesinde; planya , kalınlık ve daire testere yardımıyla 42x60x250 mm boyutlarında deneş numunesi haline getirilerek numunelerin birer uçlarına kертme, üç dişli ve dört dişli geçme kanalları açılmıştır. Daha sonra kesilen elemanların birleştirilip tutkallanmaları ve gönyeye alınmaları ile hazırlanmıştır. Her bir geçme tipinden 10 adet birleşim hazırlanmıştır.

4. DENEYSSEL ARAşTIRMA BULGULARI VE DEğERLENDİRİLMESİ

TS 4905’e uygun boyut ve standartlarda hazırlanan numuneler istatistiksel metotlar kullanılarak test edilmiştir. Uygulanan istatistiksel deneş metotları; araştırmamızda tek etkenli ve üç düzeyli (birleşim şekilleri) faktör göz önüne alınarak varyans analizi deneme konularının birbiriyle karşılaştırılması da dik doğrusal bağıntılar testi, bağıntuların önemliliğini test etmek için de F testi ‘dir.[12]

Numuneler TS 2475 'de verilen kriterlere göre teste tabi tutulmuştur,[13] İç Anadolu bölgesinde yetişmiş birinci sınıf sarı çam kerestesinden yapılan köşe birleştirmelerinde kullanılan kertme birleşimi ile üç ve dört dişli geçme birleşimlerinin basınç dayanımı birbirinden farklıdır.

4.1. Bulgular

Deney sonucunda elde edilen veriler, numunelerin boyutları, tutkalın sürüldüğü yüzey alanı ve basınç dayanımı değerleri Çizelge 2,3,4 'de gösterilmiş ve kısıtlayıcı, rasgele, tek etkenli varyans çözümü yapılmıştır.

Çizelge 2. Kertme tipi köşe birleşimine ait yük (P) ve basınç dayanımı (σ_1) değerlerinin tabloda gösterimi

Numune No	En (cm) a	Boy (cm) b	Uzunluk (cm) c	Yüzey alanı (cm ²)	Basınç.(kg) Pmax.	Basınç σ_1 (kg/cm ²)
1	4,2	6	25	36	62	1,72
2	4,2	6	25	36	56	1,56
3	4,2	6	25	36	60	1,67
4	4,2	6	25	36	65	1,81
5	4,2	6	25	36	58,5	1,63
6	4,2	6	25	36	66	1,83
7	4,2	6	25	36	65	1,81
8	4,2	6	25	36	65,5	1,82
9	4,2	6	25	36	64	1,78
10	4,2	6	25	36	63	1,75

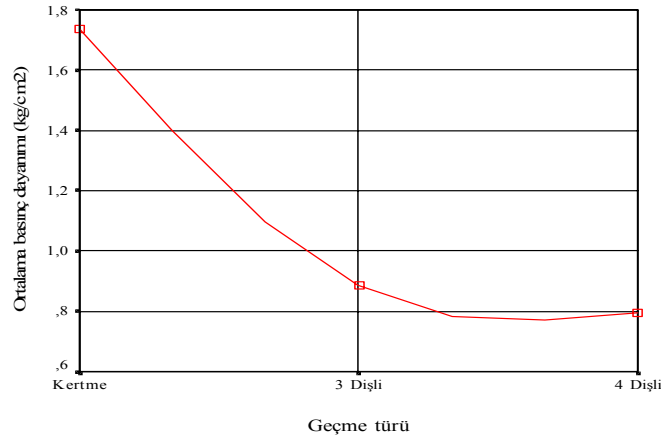
Çizelge 3. Üç dişli geçme tipi köşe birleşimine ait yük (P) ve basınç dayanımı (σ_2) değerlerinin tabloda gösterimi

Numune No	En (cm) a	Boy (cm) b	Uzunluk (cm) c	Yüzey alanı (cm ²)	Basınç.(kg) Pmax	Basınç, σ_2 (kg/cm ²)
1	4,2	6	25	72	60	0,83
2	4,2	6	25	72	56	0,78
3	4,2	6	25	72	59,5	0,83
4	4,2	6	25	72	64,5	0,9
5	4,2	6	25	72	62	0,86
6	4,2	6	25	72	66	0,92
7	4,2	6	25	72	67	0,93
8	4,2	6	25	72	69	0,96
9	4,2	6	25	72	66,5	0,92
10	4,2	6	25	72	66	0,92

Çizelge 4. Dört dişli geçme tipi köşe birleşimine ait yük (P) ve basınç dayanımı (σ_3) değerlerinin tabloda gösterimi

Numune No	En (cm) a	Boy (cm) b	Uzunluk (cm) c	Yüzey alanı (cm ²)	Basınç.(kg) Pmax	Basınç, σ_3 (kg/cm ²)
1	4,2	6	25	108	79	0,73
2	4,2	6	25	108	75	0,69
3	4,2	6	25	108	89	0,82
4	4,2	6	25	108	91	0,84
5	4,2	6	25	108	87,5	0,81
6	4,2	6	25	108	77,5	0,72
7	4,2	6	25	108	87	0,81
8	4,2	6	25	108	90	0,83
9	4,2	6	25	108	92	0,85
10	4,2	6	25	108	93	0,86

Geçme türlerine göre ortalama basınç değerleri değişimi Şekil 3' de verilmiştir.



Şekil 3. Geçme Türüne Göre Ortalama Basınç Dayanımları

4.2. Deney Sonuçları ve İrdelenmesi

4.2.1 Aritmetik Ortalamanın Hesabı:

Çizelge 2,3 ve 4'de gösterilen her bir numuneden elde edilen basınç ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) değerlerinin aritmetik ortalamasını bulmak ve sapma değerleri tablosunu oluşturabilmek için aşağıdaki işlemler yapılarak,

$$\mu_{\text{kertme}} = \sum_{i=1}^n xi / n = 1.74$$

$$\mu_{\text{üç dişli}} = \sum_{i=1}^n xi / n = 0.89$$

$$\mu \text{ dört dişli} = \sum_{i=1}^n xi / n = 0.80$$

$\mu_{ortalama} = 1.14$ elde edilmiştir.

4.2.2. Aritmetik Ortalamadaki Sapma Değerleri:

Aritmetik ortalamanın hesabı sonucunda elde edilen değerden her bir numunenin basınç dayanımı değeri çıkarılarak aşağıda verilen sapma değerleri Çizelge 5' de hazırlanmıştır.

Çizelge 5. Aritmetik ortalamadaki sapma değerleri

	σ_1^*	μ_{ort}	Sapma Değerleri ($\sigma_1 - \mu_{ort}$)	($\sigma_1 - \mu_{ort}$) ²
μ_{kerte}	1,72	1,1-4	0,45	0,20
	1,56	1,14	0,29	0,08
	1,67	1,14	0,4	0,16
	1,81	1,14	0,54	0,29
	1,63	1,14	0,36	0,13
	1,83	1,14	0,56	0,31
	1,81	1,14	0,54	0,29
	1,82	1,14	0,55	0,30
	1,78	1,14	0,51	0,26
	1,75	1,14	0,48	0,23
		$\tau_{yij1} = 5,68$	$\tau_{yij1}^2 = 2,266$	
(**) bkz. Çizelge 2. (son kolon)				

	σ_2^{**}	μ_{ort}	Sapma Değerleri ($\sigma_2 - \mu_{ort}$)	($\sigma_2 - \mu_{ort}$) ²
$\mu_{üç dişli}$	0,83	1,1-4	-0,31	0,096
	0,78	1,14	-0,36	0,130
	0,83	1,14	-0,31	0,096
	0,9	1,14	-0,24	0,058
	0,86	1,14	-0,28	0,078
	0,92	1,14	-0,22	0,048
	0,93	1,14	-0,21	0,044
	0,96	1,14	-0,18	0,032
	0,92	1,14	-0,22	0,048
	0,92	1,14	-0,22	0,048
		$\tau_{yij2} = -3,55$	$\tau_{yij2}^2 = 0,680$	
(**) bkz. Çizelge 3. (son kolon)				

	σ_3^{***}	μ_{ort}	Sapma Değerleri ($\sigma_3 - \mu_{ort}$)	$(\sigma_3 - \mu_{ort})^2$
$\mu_{dört}$ dışı	0,73	1,14	-0,54	0,29
	0,69	1,14	-0,58	0,34
	0,82	1,14	-0,45	0,20
	0,84	1,14	-0,43	0,18
	0,81	1,14	-0,46	0,21
	0,72	1,14	-0,55	0,30
	0,81	1,14	-0,46	0,21
	0,83	1,14	-0,44	0,19
	0,85	1,14	-0,42	0,18
	0,86	1,14	-0,41	0,17
		$\tau_{yij3} = -4,267$	$\tau_{yij3}^2 = 2,279$	
(***) bkz. Çizelge 4. (son kolon)				

4.2.3. Aritmetik Ortalamada Sapma Değerleri Kareler Toplamı:

$\sum \tau_{yij1}^2 = 2,266$ Çizelge 5. (ilk çizelge son satır)

$\sum \tau_{yij2}^2 = 0,680$ Çizelge 5. (ikinci çizelge son satır)

$\sum \tau_{yij3}^2 = 2,279$ Çizelge 5. (üçüncü çizelge son satır) olarak bulunmuştur.

4.2.4. Genel Kareler Toplamı:

$$\sum \tau_{yij}^2 = \tau_{yij1}^2 + \tau_{yij2}^2 + \tau_{yij3}^2$$

ifadesiyle

$$\sum \tau_{yij}^2 = 2,66 + 0,68 + 2,279$$

$$\sum \tau_{yij}^2 = 5,225$$

olarak bulunmuştur.

4.2.5. Aritmetik Ortalama Sapma Değerlerinin Toplamı:

Bu değerler Tablo 6 'da toplu olarak gösterilmiştir.

$$\tau_{00} = \tau_{yij1} + \tau_{yij2} + \tau_{yij3}$$

$$\begin{aligned} \tau_{00} &= 5,68 - 3,55 - 4,267 \\ &= -2,137 \end{aligned}$$

$\mu = 1,14$ (Aritmetik ortalama sonucu)

$N = 30$ (Toplam numune sayısı) (bkz. Çizelge 5.)

$j = 1,2,3$ (Düzey)

$i = 1,2,3,\dots,10$ (Her düzeydeki numune sayısı)

$$\sum \tau_{yij}^2 = 5,225$$

olarak bulunmuştur.

Çizelge 6. Sonuçların toplu gösterimi

	Kertme	Üç Dişli	Dört Dişli	
$\tau_{yij}^{*})$	5,68	-3,55	-4,267	$\sum \tau_{yij} = -2,137^{**})$
N_{ij}	10	10	10	$N=30$
$\sum \tau_{yij}^2$	2,266	0,680	2,279	$KT = \sum \tau_{yij}^2 = 5,225^{***})$
*) bkz. Çizelge 5. **) $\sum \tau_{yij}$: Aritmetik Ortalama sapma değerlerinin genel toplamı ***) KT : Genel kareler toplamı				

4.2.6. Kısıtlayıcısız, Rasgele, Tek Etkenli Varyans Çözümlemesi:

F testinin uygulanabilmesi için varyans çözüm tablosu oluşturulmalıdır.

Bunun için:

- Genel Kareler Toplamı;

$$KT_{genel} = 5,225$$

- Deneme Kareler Toplamı;

$$KT_{deneme} = 4,86$$

- Hata Kareler Toplamı;

$$KT_{hata} = KT_{genel} - KT_{deneme} \\ = 5,225 - 4,86 = 0,365$$

bulunmuştur.

$$\text{Genelde Serbestlik Derecesi} = N_g = N - 1 = 30 - 1 = 29$$

$$\text{Denemelerde Serbestlik Derecesi} = N_d = J - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\text{Hatada Serbestlik Derecesi} = N_h = N - j = 30 - 3 = 27$$

olarak bulunmuş ve varyans çözümü için bulunan değerler Çizelge 7'de Anova tablosu olarak düzenlenmiştir. Burada S.D. serbestlik derecesini ifade etmektedir.

Çizelge 7. Anova tablosu

Kaynak	S.D. ³⁾	K.T. ¹⁾	K.O. ²⁾	Beklenen Kareler Ortalaması
Köşe birleşimleri arası [τ_{ij}]	2	5,225	2,613	$18\sqrt{T^2} + \sqrt{\Sigma^2}$
Köşe birleşimleri içi ya da Hata [Σ_{ij}]	27	-2,137	0,079	$\sqrt{\Sigma^2}$
Genel Toplam	29	3,088		
¹⁾ KT : Genel Kareler Toplamı ²⁾ KO : Genel Kareler Ortalaması ³⁾ SD : Serbestlik Derecesi				

4.2.7. F Testi:

Deneyde elde edilen verilerin karşılaştırılmasında F testi ile gruplar arasında farklılıkların olup olmadığı H_0 ve H_1 hipotezleri ile araştırılmıştır. H_0 : Birleşimler arasında basınç dayanımı farkı yoktur. H_1 : Birleşimler arasında basınç dayanımı farkı vardır.

Buna göre;

- Kareler Ortalaması;

$$\tau_{ij} = KT / SD = 5,225 / 2$$

$$\tau_{ij} = 2,613 \text{ (bkz. Çizelge 7.)}$$

$$\sum_{ij} = KT / SD = 2,137 / 27$$

$$\sum_{ij} = 0,079$$

- Hesaplama ile F değeri;

$$F_{2,27} = 2,613 / 0,079 = 33$$

bulunmuş,

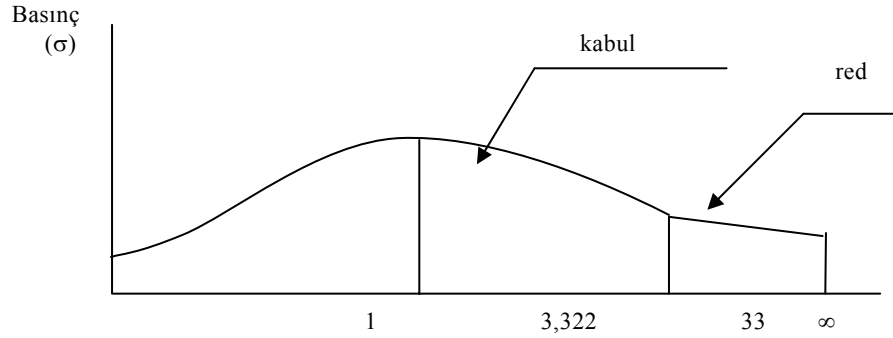
$$\alpha = 0,05 \text{ (kabul edildi)}$$

$$F_{2,27} = 3,22 \text{ (F dağılım tablosundan) [8]}$$

Bu durumda ;

$$F_{\text{hesap}} > F_{\text{tablo}}$$

$33 > 3,22$ bulunur. hipotezimiz doğrulanmıştır. Bulunan bu sonuçlar arasındaki büyük farklılık aşağıdaki Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. F testi Grafiği ($\alpha = 0,05$ anlamlılık grafiği)

Hesaplanan F değeri ile tablodan bulunan F değeri arasındaki fark önemlidir,

4.2.8. Dik Doğrusal Bağlıntılar:

Deneme konularının birbiri ile karşılaştırılması için dik doğrusal bağıntı testi uygulanmıştır,

$$\text{Serbestlik derecesi} = 2$$

$$\text{Toplam } \tau_i = 3$$

$$\text{Doğrusal bağıntılar} = C_1, C_2$$

Dik doğrusal bağıntılarla ilgili kurulan denklemlerde kullanılmak üzere bulunan katsayılar aşağıdaki Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Doğrusal bağıntı katsayılar tablosu

	T ₁	T ₂	T ₃
C ₁	+ 1	0	- 1
C ₂	- 1	+ 1	0

C₁ = T₁ - T₃
C₂ = T₂ - T₁

$$C_1 = +1 \times (\tau_{yij_1}) - 1 \times (\tau_{yij_3})$$

(2)

$$C_2 = +1 \times (\tau_{yij_2}) - 1 \times (\tau_{yij_1})$$

(3)

$$C_1 = (5,68 - (-4,267)) = +9,94$$

$$C_2 = (-3,55 - 5,68) = -9,23$$

denklemleri kurularak bulunur.

- Genel kareler toplamı;

$$KT(C_1) = C_1^2 / (N_{ij} \times SD) = (9,94)^2 / (10 \times 2) = 4,94$$

$$KT(C_2) = C_2^2 / (N_{ij} \times SD) = (-9,23)^2 / (10 \times 2) = 4,26$$

hesaplanır ve

$$F_{2-27} = (KT(C_1) / SD) / KO_{hata}^* = [(4,94)/2] / (0,079) = 31,26$$

$$F_{2-27} = (KT(C_2) / SD) / KO_{hata}^* = [(4,26)/2] / (0,079) = 26,96 \text{ (*) Bkz Çizelge 7.)}$$

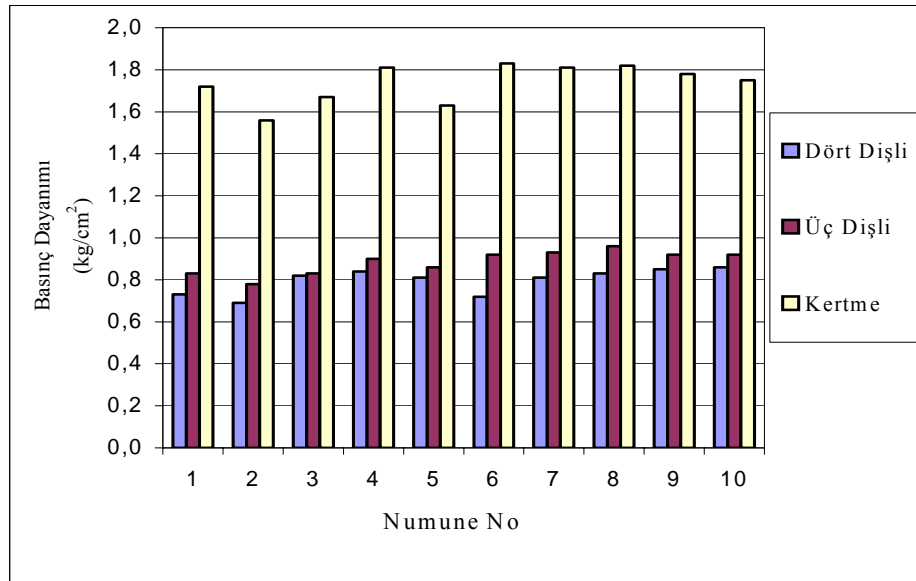
$\alpha = 0,05$ için;

$F_{2-27} \Rightarrow$ tablo'dan

$$31,26 > 3,22$$

$$26,96 > 3,22$$

olduğundan bu değerlendirmeye göre de hipotezimiz doğrulanmıştır.



Şekil 5. Geçme türüne göre basınç dayanımı değerleri çubuk grafiği

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde planlama ve üretim aşamasının önemli olduğu anlaşılmaktadır. Ahşap imalat piyasasında yapılan incelemelerde köşe birleştirme şekillerinden kertme ve dişli geçme birleşimlerin yapım kolaylığı yönünden tercih edildiği görülmüş, fakat bu çalışmada yapılan laboratuvar deneyleri ve istatistiksel araştırmalar sonucunda, üretimde kapı ve pencere doğramaları köşe birleştirmesinde sıkça kullanılan bu geçmelerden, en iyi sonucu kertme geçme köşe birleştirmeleri vermiştir. Birleştirme şekillerinde basınç mukavemeti ortalama değerleri içerisinde en iyi değeri kertme geçme birleşimi 1,74 kg/cm², üç dişli geçme birleşimi 0,89 kg/cm² ve dört dişli geçme birleşimi 0,80 kg/cm² vermiştir. Çıkan sonuçlara bakıldığında deneye tabi tutulan geçme şekillerinde uygulanan yüke bakıldığında dört dişli geçmeye en fazla yük uygulanmış ancak uygulanan yükün alanı (diş sayısının alanı artırdığı için) dört dişli geçme de fazla olduğu için basınç dayanımı en düşük geçme tipi çıkmaktadır.

Buna göre deneyden çıkan verilere bakılırsa Rabiej' in bulduğu sonuçlarda köşe birleşimlerinde dişli geçmelerde diş sayısı arttıkça basınç dayanımı artmaktadır. Fakat diş kalınlığı numune kalınlığının 1/3' ünden az olduğunda, tam tersine basınç dayanımı düşük çıkmaktadır.[1]

Uzer'in yaptığı çalışmada da farklı geçme şekilleri ve farklı nem düzeyinde olması sebebiyle bulduğu basınç dayanımı değerleri (pahlı hampaylı birleşim 27,5kg, düz hampaylı birleşim 27,1kg, gizli hampaylı birleşim 26kg) bu deneydeki sonuçlara göre daha düşük çıkmıştır.[3]

SEMBOLLER

- a: Deney numunesinin tutkallanan yüzeyinin kısa kenarı
- b: Deney numunesinin tutkallanan yüzeyinin uzun kenarı
- c: Deney numunesinin uzunluğu
- A: Numunenin tutkallanan alanı
- P: Deney numunelerine dik doğrultuda uygulanan yük
- Σ: Toplam
- σ: Basınç dayanımı

KAYNAKLAR

- [1] Rabiej,R.,“Untersuchungen zur tragfähigkeit und Verformung geklebter Rahmeneckverbindungen bei Kurzzeitbelastung”, Holztechnologie, 1981.
- [2] Kurtoğlu,A., Kahveci, M., Dilik, T., “Ahşap Mobilya ve Yapı Elemanı Üretiminde Kullanılan Birleştirme Şekilleri”, 1993.
- [3] Uzer, A. U., “Yapılarda kullanılan ahşap köşe birleştirmelerine ait mukavemet özelliklerinin araştırılması”,Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1999.
- [4] Yaltrık, F., “Dendroloji 1 Ders Kitabı”, İ.Ü. Orman Fak.,Yay. No:386, 1993.
- [5] Bozkurt,A.Y., “Odun Anatomisi”, İ.Ü. Orman Fak., Yay.No:415, 1992.
- [6] Giray, N., “Sarıçam”, Ormancılık Araş. Ens. Yayınları,Muhtelif Yayınlar Serisi: 67, 1994.
- [7] Huş, S., “Ağaç Malzeme Tutkalları”, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:242, 1977.
- [8] TS 7251, “Pencerelerin mekanik mukavemetlerini Tayin metotları”, 1989.
- [9] DIN EN 107- “Prüfverfahren für Fenster”, 1982.
- [10] DIN 18055- “Fenster... Anforderungen und Prüfungen”, 1981.

- [11] Kütschukov, G. & Josifov, N., “Vergleichende Untersuchungen über die Fesigkeiten verschiedener Arten nicht zerlegbarer Eckverbindungen für spanplatten”, Holztechnik, Leipzig 9, 1968.
- [12] TS 4905 “Ahşap Birleştirmeler (Zıvanalı Birleştirme Kuralları)”, 1986.
- [13] TS 2475, “Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesi Tayini”, 1976.
- [14] TS 4449, “Ahşap Birleştirmeler (Terimler tanımlar)”, 1985.
- [15] TS 3091, “Yapıştırıcılar-polivinilasetat esaslı emülsiyonlar”, 1983.
- [16] Örs, Y., “Kama dişli birleşmeli masif ağaç malzeme mekanik özellikler”, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Yardımcı Ders Kitabı, Trabzon, 1987.
- [17] Şanıvar, N., “Ağaç işleri üst yüzey işlemleri”, M.E.B., Mesleki ve Teknik Öğretim Okulları, Ders Kitapları, 1978.
- [18] Saatçioğlu, F., “Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri”, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No:222, 1976.
- [19] Hicks, C.R., Çevirenler; Muluk, Z. , Toktamış, Ö., Kurt, S., Karağaoğlu, E., “Deney Düzenlemede İstatistiksel Yöntemler”, Akademi Matbaası, Ankara, 1985.
- [20] Çelik, M.H., “Yapıda Deney Hazırlama ve Çözümleme Metotları Ders Notu”, Ankara, 1999.